

**ELECTRIC SPARK PLUG FOR AUTOMOTIVE INTERNAL  
COMBUSTION ENGINE**

Patent Number: JP52036237  
Publication date: 1977-03-19  
Inventor(s): KOTO HIROYUKI; others: 01  
Applicant(s):: SHINKOSUMOSU DENKI KK  
Requested Patent: ☐ JP52036237  
Application Number: JP19750110873 19750916  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H01T13/20 ; H01T13/32  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:** The spark plug to improve the ignitability enlarged a ranges of air fuel ratio at the ignition limit, improving the shape of electrode.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



公開特許公報

7033 51

51 G30/

H01T 13/32

(4000H) . 15

(4000H) . 15

NY 100-104544-1

17 12 30 4. 9 月 15 日

25. 11. 1960 吳 興 地 27

1. 発明の名称 花火点火機

2. 特許請求の範囲に記載された発明の改 2

又 從 則 看

鳳城縣川西有光福台 2 丁日 2 費地 56

天 馬 海 之  
(ほか1名)

#### 4. 許出商人

大原府大原市渡川区三井屋中2丁目5番4号

いふふ入電機株式会社

作者：王 一

5. 代理人 平山

中華民國二十九年十月一日

小林正樹・小西 実郎(1952-1972年)

(三) 物理：小 技 巧

6. 活け居ぬの目録

(1) 明題齊 1 題

(2) 正 面 : 通

(3) 磁帶副本 1 通

(4) 責任状

(5) 出展希望館求書

馬 氏 曰

50 12557



## 1 発明の名称

力能我國用電氣火花点火栓

## 2 特許請求の範囲

(II) 高圧電線と接地電線をもちつゝ電線点火柱において、前記高圧電線および接地電線を共にそれぞれの電線支持部材から突起させ、かつ前記高圧電線および接地電線を共に細電線としたことを特徴とする内装使用用電気火花点火柱。

四 高圧電線、トリガ電線および接地電線をもつ  
3電線火花栓において、高圧電線、トリガ電線  
および接地電線をすべてそれぞれの電線支持部材か  
ら突起させ、かつ前記高圧電線、トリガ電線およ  
び接地電線をすべて鋼電線としたことを特徴とす  
る内装使用電気火花栓。

### 3 発明の詳細な説明

この発明は、電気火花点火性を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することを目的とした内燃機関用電気火花点火性に關するものである。

混合気の混合比を例えば空燃比（空気質量／燃料質量）で表わすとき、電気火花放電によって点火しうる空燃比は、トーチによって点火しうる空燃比よりも大幅に小さい。つまり、燃料の濃い混合気でないと電気火花では点火できないとされてきた。一方、トーチでは爆発限界空燃比の混合気とあるまで点火できる。

もつとも、この燃発限界空燃比はそれほど明確なものではなく、実験装置と判定条件に大きく左右される。直径 50.8 mm (2 インチ) の管の開口端から燃焼端へと下向きに伝はんする火炎が途中で消滅する温度が再現性の高い値を与えることが経験的に知られているに過ぎない。ここではこの方法によって決定された文献値を燃発限界空燃比と見なすこととする。

ガソリン、石油ガス等の炭化水素系燃料と空気との混合気を燃焼させて動力をうる内燃機関においては、燃料を完全燃焼させて $H_2O$ と $CO_2$ に酸化させるに必要な量比（化学量比、これは燃費係数が決定される）以上の酸素を含むような空量比

の混合気を使用すれば不完全燃焼生成物である炭化水素(HC)とCOの発生を抑制できる。また、カーリエンシンのように燃焼直後の冷却効率が高い場合、あるいは空燃比よりもさらに低い混合気を使う場合に、燃焼温度が約1200℃以下となるとNO<sub>x</sub>の発生も抑制される。

空燃比はガソリン・空気混合気で約14.8、イソプタン・空気混合気で15.4である。

オ1図(a)、(b)は従来の燃焼点火性の一例を示す要部の縦断面図および底面図である。

接地電極1は幅2.7mm、長さ約5mm、厚さ1.3mmの耐熱性ニッケル合金からなる平板で、高圧電極2は直径1mmの貴金属合金からなる円柱であり、これら接地電極1と高圧電極2は電極間隔しをへだてて対向している。

オ2図(a)~(c)は他の従来の例を示すもので、高圧電極2はオ1図に示したものと同じく直径1mmの貴金属合金からなる円柱であるが、接地電極1はオ1図と同様の平板にオ2図(a)、(c)に示すように、幅1mm程度、長さ0.5mm程度のアーパ

付子導1'を接地電極1の長さ方向に形成したものである。

上記のような従来の燃焼点火性を用いた通常のガソリンエンジンには空燃比10~15の燃料濃度の混合気が使われているので、炭化水素、COおよびNO<sub>x</sub>が排気中に含まれている。これを改良するために点火性付近のみ過濃混合気を形成せしめて点火し、全体としては通常の混合気を燃焼させるための内燃機関が種々開発されつつある。このような混合気空燃比の空間(場所)内分布を形成する方法の他に、空燃比の時間的分布を改善した内燃機関もある。すなわち、液体燃料を使用するとき完全に気化していないので、放電点火時の実効空燃比が大きく点火し難い。気化器を改良して液体燃料の気化率を高めるならば放電点火時の実効空燃比を小さくし点火し易くすることができる。このような複雑な内燃機関は、コスト上昇を招くのみならず、最適動作条件の調査が困難であり、また、最適状態の安定性に欠け、量産型技術も極めて困難にならざるを得ない。

この発明は上述の点にかんがみなされたもので、点火性自体を改良するだけで、点火限界空燃比範囲を拡大し点火限界電極間隔を短縮せんとするものであり、これによって内燃機関の排ガス特性の改善を容易にせんとするものである。以下図面を用いてこの発明を詳細に説明する。

オ3図~オ8図はそれぞれこの発明の2電極点火性の一実施例を示すもので、オ3図(a)は2電極点火性全体の縦断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部断面図、オ3図(c)は同じく底面図を示し、オ4図(a)、(b)~オ8図(a)、(b)の各実施例においては、各(a)図がオ3図(b)と同様の2電極点火性の要部断面図を、各(b)図がオ3図(c)と同様の底面図をそれぞれ拡大して示したものである。これらの図において、21は突起した接地電極、22は高圧電極、23は耐熱性ニッケル合金などからなる導電性の電極支持部材、24は電気絶縁性高アルナ質絶縁材からなる絶縁性の電極支持部材、25は外筒、26は中軸、27は高圧電極端子、28はガスケット、29は筒形外筒25に形成されたねじであ

り、200は2電極点火性全体を示し、1は電極間隔、h<sub>1</sub>は前記接地電極21の突起高、h<sub>2</sub>は前記高圧電極22の突起高である。

接地電極21は高圧電極22と電極間隔しをへだてて対向している。接地電極21および高圧電極22はいずれも耐熱耐蝕性にすぐれた貴金属系合金、例えばPt、Pd、Auなど、またはこれらの合金もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm前後の細電極とする。

接地電極21は、例えば厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材23から突起高h<sub>1</sub>だけ突起させて溶接、打込み、圧入もしくは押し込んでからかしめる等種々の方法で、前記電極支持部材23に固着する。また、突起突起高h<sub>1</sub>は約0.25mm以上にすると良好な結果が得られる。接地電極21は電極支持部材23を介して外筒25に接続されており、外筒25は接地電極端子を兼ねる。電極支持部材23はオ4図(b)によく示すように先端の幅を狭くするとさらに良い結果が得られる。また、オ5図(a)、(b)、オ

6図(a)、(b)にそれぞれ示すように接地電極21と電極支持部材23とは同一物で一体に形成してもよい。すなわち、電極支持部材23としてのたとえば直径1.5mmの貴金属系合金もしくは耐熱ニッケル合金からなる棒をオ5図(a)のように先端を折り曲げて接地電極21としてもよい。さらに、あらかじめの先端をたとえば長さ0.25mm以上にわたって直径1mmの内径に切削加工した電極支持部材23としてのたとえば直径2mmの貴金属系合金からなる棒をオ6図(a)のように折り曲げて固くした先端部を接地電極21として用いることもできる。オ6図(a)、(b)の実施例では電極支持部材23の棒の太さを変えることにより、熱伝の適定も容易に行える。

高圧電極22は、たとえば電気絶縁性高アルミナ質絶縁からなる電極支持部材24の先端より突起高 $h_2$ だけ突起させて固定され、耐熱ニッケル合金などからなる中軸26を介して高圧電極端子27に接続されている。突起突起高 $h_2$ は0.25mm以上にすると良好な結果が得られる。

中間域にあり接地電極31から電極間隙 $L_1$ に位置する。トリガ電極33は耐熱耐蝕性にすぐれた貴金属系合金、もしくはニッケル合金などからなる直径1.7mm以下、好ましくは直径1mm以下の細電極とする。

トリガ放電の電力は小さく、消費は少ないからトリガ電極33は先端をとがらすこともできる。トリガ電極33はたとえば直径2mmの耐熱性ニッケル合金などからなる電極支持部材34に突起高 $h_1$ だけ突起させて固定するが、突起高 $h_1$ は0.25mm以上にすると良い結果が得られる。トリガ電極33は電極支持部材36を介してトリガ電極端子40に接続されている。この3電極点火栓300の使用にあたってはトリガ電極端子40は抵抗器あるいはコンデンサを介して高圧電極端子39あるいは接地電極端子に相当する外筒37に接続するならば、トリガ放電用の特別な電線を引くことなく2電極点火栓用の点火電線で駆動することもできる。

次にこの発明による点火栓の空気・燃料混合気に対する点火特性を説明する。上述したようにこの

特開第52-36237(3)

オ7図(a)、(b)は接地電極21と高圧電極22とを逆向きに対向させた例を示し、また、オ8図(a)、(b)は同じく逆向きに対向させた接地電極21と高圧電極22とを耐久性向上のための2組設けた例を示す。既述して接地電極21と高圧電極22と3組以上あってもよいことは言うまでもない。

オ9図(a)、(b)はこの発明の3電極点火栓の一実施例を示すもので、31は突起した接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、34、35、36はそれぞれ接地電極、高圧電極、トリガ電極の電極支持部材、37は外筒、38は中軸、39は高圧電極端子、40はトリガ電極端子、41はガスケット、42はねじ、300は3電極点火栓全体を示す。このうち接地電極31と高圧電極32とは主電極間隙 $L_1$ をへだてて対向している。前記接地電極31と高圧電極32はそれぞれの電極支持部材34、35から $h_1$ および $h_2$ の突起高である0.25mm以上突起させて固定されている直径1.7mm以下の細電極で、これまでに述べた2電極点火栓の場合と同様の方法で構成できる。トリガ電極33は接地電極31と高圧電極32との

の発明の特徴は電極部の構造にあるから、主として2電極点火栓に詳しく述べる。オ3図における高圧電極22および接地電極21の両方を細電極とし、かつそれぞれの電極支持部材23、24から突起させると点火条件が改善され、十分に薄い混合気に点火できる事実を明確かつ詳細に説明するため、放電限界間隙が大きくとれる1気圧混合気についての実験例をオ10図、オ11図、およびオ12図に示す。この実験例では点火限界空燃比を定量的に正確に求めるために、液体燃料を混ぜイソプタンガスを使用した。

オ10図は点火限界空燃比領域の電極間隙依存性を示す。横軸は電極間隙 $L$ 、左側縦軸はイソプタン空燃比、右側縦軸はガソリン換算空燃比を表わす。曲線Uはこの発明によるオ3図(a)~(c)に示した2電極点火栓200に、高出力型のイグニッションコイル(一次定格12V、4.1A、蓄積エネルギー72mJ)をセイトランシスタ調圧器で作動させて発生した35KVの実験電圧を印加した場合の点火限界空燃比曲線であり、曲線Uより下の領域が点

火可能であることを示す。この場合、2電極点火200の接地電極21および高圧電極22には共に直径1mmの白金円柱を用い、それぞれの電極支持部材23、24からの突起高は $h_1 = h_2 = 1$ mmとした。接地電極21の電極支持部材23には厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金を用いた。また、曲線Vは接地電極21および高圧電極22共に直径2.55mmの耐熱ニッケル合金円柱を用い、それぞれの電極支持部材23、24からの突起高は $h_1 = h_2 = 5$ mmとした点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。また、曲線Wはオ1図(a)、(b)に示した従来の細電極点火栓に上記と同一条件の放電点火電圧を印加した場合である。なお、上記実施例の2電極点火栓200では高圧電極22には突起高 $h_2 = 1$ mmで、直径1mmの白金圓柱を用いてはいるが、オ1図(a)、(b)に示した従来の接地電極1には厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの耐熱ニッケル合金をそのまゝ用い、細電極を突出させていない。曲線Wはオ2図(a)、(c)に示したような接地電極板の長さ方向にU字

溝1'を形成した従来の細電極点火栓に上記と同一

条件の放電点火電圧を印加した場合の特性を示す。

水平直線X<sub>1</sub>は全燃空燃比レベル、水平直線X<sub>2</sub>は爆発限界空燃比レベル、水平直線X<sub>3</sub>はイソブタン空燃比=20(ガソリン空燃比=17.8)のレベルを示す。垂直直線Y<sub>1</sub>は曲線Uと水平直線X<sub>1</sub>との交点を通る垂線、垂直直線Y<sub>2</sub>は曲線Uと水平直線X<sub>2</sub>との交点を通る垂線を示す。高圧電極22、接地電極21の両方を細電極とし、かつそれぞれの電極支持部材23、24から突起高 $h_1$ 、 $h_2$ 突起させるとき、全燃空燃比以上の点火可能領域および点火下限界電極間隔が大幅に拡大されることが曲線Uから一目瞭然である。

オ11図はオ3図(a)~(c)に示したこの発明の2電極点火栓200の接地電極21に用いた直径1mmの白金円柱の電極支持部材23からの突起高 $h_1$ をパラメータとしたときの1気圧のイソブタン-空気混合気についての点火限界空燃比領域の電極間隔依存の実験結果を示す。電極支持部材23は厚さ1.3mm、幅2.7mm、長さ約5mmの形状であってオ3

図(b)およびオ3図(c)に示すような位置に11電極が突起している。高圧電極22には同じく直径1mmの白金円柱を用い、突起高 $h_2$ は1mm一定とした。オ11図において、曲線Aは接地電極21の突起高 $h_1$ が $h_1 = 0$ mm、曲線Bは同じく $h_1 = 0.07$ mm、曲線Cは同じく $h_1 = 0.14$ mm、曲線Dは同じく $h_1 = 0.25$ mm、曲線Eは同じく $h_1 = 0.5$ mm、曲線Fは同じく $h_1 = 2.0$ mmの場合の点火限界空燃比-電極間隔曲線をそれぞれあらわす。接地電極21の突起高 $h_1$ を増大させるとき点火可能領域が拡大することが明らかである。

オ12図はオ11図に示した実験結果を電極間隔Lをパラメータとし、接地電極21の突起高 $h_1$ を横軸にとつてグラフ化したものである。この図で、曲線Mは電極間隔Lが $L = 0.85$ mm、曲線Nは同じく $L = 0.9$ mm、曲線Oは同じく $L = 1.0$ mm、曲線Pは同じく $L = 1.25$ mm、曲線Qは同じく $L = 1.5$ mm、曲線Rは同じく $L = 2.0$ mmの場合の点火限界空燃比-接地電極突起高曲線をそれぞれあらわす。いずれの電極間隔においても接地電極21の

突起高 $h_1$ が約0.25mmまでは、突起高 $h_1$ の増大と共に点火限界空燃比が急激に増大するが、突起高 $h_1$ が約0.25mm以上では突起高 $h_1$ の増大ともなう点火限界空燃比の増大はきわめてゆるやかであることがわかる。

上述したような点火限界空燃比の電極間隔、電極長さ、および電極支持部材からの電極突起高依存の作用機構を以下に説明する。

放電により混合気が電気火花のごく周辺で局所的に燃焼して火だねができるが、放電は短時間に終息してしまう。放電終息後は火だね自身がもつ熱力学的量すなわち、エンタルピー、密度および圧力の消滅によって以後の燃焼が決定される。火だねを中心に燃焼域が広がるためには、火だねは周辺の混合気に自己の熱力学的量を与えなければならない。このとき、火だねの熱力学的量は消費される。混合気に与えられた熱力学的量が混合気の燃焼限界以下であるとき、火だねは立消えし、燃焼限界以上であるとき混合気は燃焼し、燃焼混合気ははじめに与えられた熱力学的量より大きい

No. 5236237

熱力学的量を新たに発生させるので、火だねは成長する。火だねが単位体積だけ拡大成長するとき新しい混合気の燃焼によって発生する熱力学的量は、単位体積中の燃料の量、すなわち、燃料密度に依存する。燃料密度は空燃比が小なる程、また、圧縮比が大なる程大きい。従って、火だね内の熱力学的量の散逸が一定のときは空燃比が小さく、圧縮比が大なるとき点火燃焼の持続条件は有利となる。また、火だね内の熱力学的量の散逸を小さくすれば、点火燃焼の持続条件に適する空燃比は大きく、圧縮比は小さくすることができる。さらに言うならば、火だね内の熱力学的量の散逸過程の中、可燃性混合気以外への散逸を小さくすることが決定的に重要である。

いま、電極間隔の伸長、電極太さの減少、および電極支持部材からの電極突起高の増大に伴って点火限界空燃比が増大することを説明するのであるから、火だね内の熱力学的量の散逸過程の電極間隔、電極太さ、電極突起高依存について説明すればよい。

境界層の厚さ  $\delta$  は次式で与えられる。

$$\delta \sim \sqrt{\frac{\nu r}{u_0}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで  $r$  は流れにそった固体壁の長さであって、その平均値はここでは円柱電極の断面の半径と同程度と考えることができる。火だね直径を約 600  $\mu$  とすると火だねの運動粘性率  $\nu \sim 0.26 \text{ cm}^2/\text{s}$  とみなせる。ブタン-空気の火炎速度は  $u_0 \sim 20 \text{ cm/s}$  とみなせるから境界層の厚さ  $\delta$  は、

$$\delta \sim 0.11 \sqrt{r} \quad \dots \dots \dots (2)$$

で与えられる。

いま細電極半径  $r_1 = 0.05 \text{ cm}$  について

$$\delta_1 \sim 0.025 \text{ cm} = 0.25 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots (3)$$

太電極半径  $r_2 = 0.128 \text{ cm}$  について

$$\delta_2 \sim 0.039 \text{ cm} = 0.39 \text{ mm} \quad \dots \dots \dots (4)$$

が得られる。

これら境界層内の火炎の運動エネルギーおよび運動量は内部摩擦損失として失われる。いまもし電極間隔  $1 \leq 2\delta$  であるならば火だねの成長は困難となる。この場合は混合気空燃比が小さく

混合気体の燃焼は必ず気体の運動を伴う。すなわち燃焼の過程は単に化学的な現象あるいは単なる発熱現象ではなく、流体力学的および熱力学的現象でもある。換言すれば、火だね気体における成分分子の輸送（拡散）とエネルギーの輸送（熱伝導）のはたか運動量の輸送（粘性摩擦）を総合的に考えなければならない。特に電気火花点火においては火だねに接する電極および電極支持部材の固体壁を通しての直接的な損失よりも前記固体壁との粘性摩擦による気体の流体力学的減速損失を重視しなければならない。すなわち、火だね内の気体は火だね外の気体にくらべてその温度のみならず圧力も十分に大きい。この圧力差にもとづく気体の運動が生じる。この気体は運動粘性率  $\nu$  をもった粘性流体であるから固体壁に隣接した境界層の厚さ  $\delta$  の薄い層内では固体壁に平行方向の気体の移動速度は急激に減少して固体壁ではゼロとなる境界層が存在する。この境界層の外では、摩擦のない運動に対応したポアンツェル流による速度  $u_0$  の気体の流れ（沖合主流）が実現される。

火だねの熱力学的量の密度が高くと火だねは立消えせざるを得ないので、 $2\delta$  が消火距離を与えらることになる。すなわち、消火距離は約 10  $\mu$  において点火限界空燃比-電極間隔距離曲線が空燃比に依存しない領域つまり曲線がほぼ垂直になる電極間隔に等しい。

約 10  $\mu$  における曲線 U は  $r_1 = 0.05 \text{ cm}$  の細電極を高圧電極 22 として与えられた測定値であって、消火距離の実測値は 0.5 mm である。これは式(3)を用いれば  $2\delta_1$  に等しい。約 10  $\mu$  における曲線 V は  $r_2 = 0.128 \text{ cm}$  の太電極により与えられたものであって、消火距離の実測値は 0.8 mm である。これは式(4)を用いれば  $2\delta_2$  に等しい。

約 10  $\mu$  における曲線 W は  $r_1 = 0.05 \text{ cm}$  の細電極を高圧電極 2 とし長さ 5 mm の板状の電極を接地電極 1 としたときの約 1  $\mu$  (a), (b) に示すタイプでの測定値である。板電極に関して式(2)の  $r$  を長さの 1/2 として  $r_1 = 0.25 \text{ cm}$  とおくと、 $\delta_1 = 0.055 \text{ cm}$  が得られる。消火距離として  $\delta_1 + \delta_1 \sim 0.08 \text{ cm} = 0.8 \text{ mm}$  が算出され、実測値と一致す

Gap < 電極径 ... X

る。このことは板状の接地電極1は点火電極として極めて有害であって、中心電極のみを接地電極としてもその効果は大幅に低減せしめられることを示している。この点、オ10図中の曲線Wは曲線Wの点火電極の板状の接地電極1にU字溝1'を設けることによって、板状の接地電極1による火だねの立消え効果がある程度軽減できることを示している。これは従来の接地電極を凹ませただけ火だねから電極電圧が遠ざかり、電極電圧による火だねの熱の伝導的な吸収が減少するためとされている。電極間隔を拡大しないで、火だねの燃焼空間をU字溝1'によって拡大したものであるから、火だね成長の有効空間長 $L_{eff}$  (オ8式参照)が大となり、曲線Wは左方に移動したものと考えられる。しかしながら、接地電極1に設けたU字溝1'は火だね空間を非対称化し、流体力学的に好ましくない凹凸を形成する。このため火だねが成長する過程で乱流を引き起こす。乱流の熱伝導度、粘性および拡散係数は層流にくらべて桁違いに大きいから、火だねの熱力学的量の電極間損失は格段に増大す

特開 52-36237(A)  
るので点火電極間距離は減少する。オ10図の電極間隔の大きな領域 ( $L > 0.7 \text{ mm}$ ) で、この発明の点火電極の点火電極間距離を曲線Wに比してU字溝付接地電極をもつて点火電極の点火電極間距離を曲線Wが下方へ寄るのはこのためである。

しかしながら、板状の接地電極1を突起電極としたこの発明の接地電極21を用いるとき、火だねの成長抑制効果は大幅に排除される。この突起電極の面積効果は上述した通りであって、突起電極が短い火だねの成長抑制効果は低減せしめられる。しかし、突起電極を設けたことによって火だね空間の幾何学的形状に段差が存在することによるマイナスのプロセスも発生する。すなわち電極間隔の突起電極間空間で発生した火だねの気体の流れが突起電極間の狭い空間から突起電極外の広い空間に広がる時、火だね気体の運動の向きに増加する圧力差が生じ火だねの拡大の流れを妨げる伴流が発生する。この伴流は境界層の中の気体に対しても作用を及ぼす。その結果、突起電極の電極支持部材表面に形成される境界層に押し、

オ11式の  $u_0$  の実効値は大幅に減少するので、電極支持部材表面につくられる境界層の厚さ  $\delta_0$  は突起電極表面に形成される境界層 (例えば  $\delta_1$ ) にくらべてかなり大きい。そのため突起電極の突起高  $h_1$  に関し、

$$h_1 + \delta_1 \geq \delta_0 \quad \dots \dots \dots (5)$$

では電極を突起させたことによる伴流の影響が少なくとも粘性層損失に換えては無視でき突起電極単体の効果のみが残るので、オ12図に示すように点火電極間距離は突起高に換えてはほぼ飽和する。すなわち、

$$h_1 + \delta_1 < \delta_0 \quad \dots \dots \dots (6)$$

の条件の突起高においては、突起電極間の空間内で成長した火だねが支持部材空間に広がる時伴流に起因する狭い境界層のために減速せしめられる効果が存在するのでオ12図に示すように点火電極間距離は突起高  $h_1$  に依存する。

オ12図に示す実験結果は、

$$h_1 + \delta_1 = \delta_0 \quad \dots \dots \dots (7)$$

の境界条件における接地電極21の突起高は  $h_1 =$

0.25 mm であることを示しており、その結果、オ13式を参照して  $\delta_0 = 0.5 \text{ mm}$  が得られる。この  $\delta_0$  の値はオ3図(b)およびオ3図(c)に示すように幅2.7 mm、長さ約5 mmの板状の電極支持部材23に図示の位置に直径1 mmの内径状突起電極を付し接地電極21としたときに得られるものである。電極支持部材23の幅が更に小さいかあるいは突起電極が電極支持部材23の先端に付されているときは  $\delta_0 < 0.5 \text{ mm}$  となる。オ4図(a)、(b)およびオ5図(a)、(b)はこれに相当する。いずれにせよ突起高  $h_1$  が0.25 mm以上であれば突起電極を設けたことによるデメリット要因は完全に排除されメリット要因のみが残ることが明らかである。また、後述するように運転時の内燃機関においては境界層の厚さは上記1気圧非圧縮混合気におけるよりも小さいので、突起高  $h_1$  は約0.1 mm以上であればよい。ただし加工精度や使用中における磨耗を考慮すれば約0.25 mm以上であることが望ましい。

以上は電極間隔が狭く消火距離に近い条件下

実測値は  
0.1以上

No. 0765



の火だねについて主として説明してきたが  $L > 2\delta$  のときは、

$$L_{eff} = L - 2\delta \quad \dots \dots \dots (8)$$

に等しい厚さの厚膜のないポアソナル流の領域（沖合主流）が生じる。いま式(8)の条件は成立しているものとしている。壁にかこまれた空間での流体が定常流であるときはポアズイユの式に従いそのときは壁から十分離れた場所においても沖合主流は生じない。しかし火だねの成長に伴う流体の流れは定常流ではないので沖合主流が生じる。この沖合主流域が火だねの成長に対する有効空間長である。式(8)はこの有効空間長  $L_{eff}$  の拡大は電極間隔  $L$  を大きくすることと境界層の厚さを小さくすることによって達成されることを示している。電極間隔  $L$  を大きくすることには放電限界間隔上の制約があり、境界層の厚さを小さくするために電極半径  $r$  を小さくすることは電極材料の耐蝕上の制約があった。しかし現今いずれの制約も無いものではなくなっている。トランジスタイグナイタにより放電限界間隔は拡大され、貴金

特開昭52-36237-7

属合金からなる電極により耐蝕性は改善されている。従って両者の方法で有効空間長  $L_{eff}$  を拡大することができる。この有効空間長  $L_{eff}$  が拡大されると電気火花放電でつくられる初期火だねの熱力学的量の固体壁による損失割合が減少するので点火限界空間比は増大する。すなわち点火限界空間比は有効空間長  $L_{eff}$  と対応関係をもつ。有効空間長  $L_{eff}$  は式(8)で与えられるので 0.25 mm 以上の突起高  $h_1$  をもつ電極の半径を小さくして境界層の厚さを減少させることは同一の点火限界空間比を与える上で電極間隔  $L$  の減少と等価である。すなわち、式10図において太電極に関する点火限界空間比曲線  $V$  はこれを細電極とすると  $\delta L = 2(\delta_1 - \delta_2) = 2(0.39 - 0.25) = 0.28$  mm だけ左方へ移動して点火限界空間比曲線  $U$  にはび重なることとなる。このように電極半径  $r$  の効果は電極間隔  $L$  に等価変換されるので以下の説明では電極間隔  $L$  の効果のみについて詳述する。

火だね成長の有効空間長  $L_{eff}$  がゼロ以上で電極間隔  $L$  が大きくなるに従って固体壁損失の割合は

次第に低下し火だねは成長し易くなり点火限界空間比は次第に増大する。しかし火だねの熱力学的量の損失は固体壁損失以外に火だねの成長プロセス自身にも含まれている。すなわち、電極間隔  $L$  の小さな領域では、主に粘性抵抗のための電極壁に近づくほど火だねの膨張速度は小さくなり、火だねは球形に近くなる。球形火だね内の熱力学的量の火だね成長に伴う未燃焼気相への放散は火だね半径  $r$  の2乗に逆比例して増大する。電極間隔  $L$  をさらに増大させるならば火だねは円柱形となり、円柱形火だねの熱力学的量の未燃焼気相への火だね成長における放散は円柱の半径に逆比例する。すなわち、火だねの半径の増大に伴う熱力学的量の放散は球形火だねより少なくてすむ。そのため点火限界空間比は次第に上昇する。火だねが円柱形に達したときは両端の電極壁の割合は減少し点火限界空間比—電極間隔曲線は飽和傾向を示すようになる。式10図に示す曲線はいずれも電極間隔  $L$  の増大に伴って火だね形状が扁平（曲線の垂直領域）から球形を経て円柱状（曲線の水平領域）

への移行および電極壁損失の相対的低下に対応して増大する点火限界空間比をあらわしている。

これまでは1気圧の昇圧縮混合気についての実験結果をもとにして述べてきたが、通常内燃機関は圧縮混合気を用いる。

圧縮比が増すに従って点火限界空間比が上昇し点火限界電極間隔が減少する作用は次のように説明される。

(I) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だね内から未燃焼気相へ供給されるべき火だねの成長に必要な熱力学的量が軽減される。

(II) 断熱圧縮された混合気の全体の熱力学的量の増大のため、火だねの内と外の熱力学的量の差が減少するので、火だね内の熱力学的量の放散が減少する。

(III) 混合気が圧縮されたとき、火だねの成長、すなわち、球形または円柱形の火だねの半径の増大による火だね内の熱力学的量の減衰が、上記(I)および(II)の過程のため強められるのに対し、混合気

が圧縮されているときは燃焼半径の拡大によって新たに発生に加えられる熱力学的量は大きくなる。これは圧縮されているときは、混合気の体積燃料密度が大きいためであって、混合気が濃い、すなわち空燃比が小さいことと等価である。

(M) 内燃機関の点火運転の初期を除いて先行する点火運転のため点火電極の温度は  $400^{\circ}\sim 800^{\circ}$  程度に上昇しているため電極電圧による直接的な熱損失は少なくすむ。

(V) 断絶圧縮された混合気が突如電極またはその電極支持部材の表面に形成する境界層の厚さは高温になるほど減少する（ボアソンの断熱方程式をオムズに用いれば断熱温度に反比例する）。運転時の内燃機関における火だね燃焼距離は前述した1気圧非圧縮時のものの約  $1/2\sim 1/3$  程度になる。

以上を要約するならば、点火電極の形状に關係なく混合気が圧縮されると、火だねの成長に伴う熱力学的損失が減り利得が増し同時に火だね成長の有効電極間隔が増すことになる。従って、

減速  
ブタン空燃比=20、ガソリン空燃比=17.8のレベルを示す)との交点に対応する電極間隔は  $L=1.59\text{ mm}$  である。すなわち、高圧電極22および接地電極21と共に電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起せしめると同時に直径1 mmの細電極とした点火栓は、その電極間隔  $L=0.62\text{ mm}$  のとき最良空燃比の混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができ、 $L=1.59\text{ mm}$  のとき空燃比=20のインブタン混合気または空燃比=17.8のガソリン混合気を用いた内燃機関を有効に点火運転することができる。

市販の高出力型イグニッションコイルを市販のセイトランシタ開閉器で動作させ発生した35 KVの尖鋭電圧パルスによる8気圧圧縮混合気中での電極間隔は2 mmであるから上記のような高圧混合気内燃機関の電気火花点火による運転は容易である。いすゞ自動車株式会社製のいすゞ117クーペX T型のガソリンエンジン（型式O180SK、水冷4サイクル、直上昇単カム軸式、圧縮比8.7、総排気量=1817 CC、1973年式、走行距離約3

点火燃焼空燃比—電極間隔曲線は運転時の内燃機関においては1気圧非圧縮時のオ10図に示す曲線よりも左および上方へ移動する。

しかしながら実際の内燃機関を運転条件下で測定された点火燃焼空燃比—電極間隔曲線上の条件で使用することはできない。この曲線よりも十分下方の安全領域を利用しなければならない。オ10図における曲線Wは従来の点火栓を1気圧非圧縮混合気を用いて得た点火燃焼空燃比—電極間隔曲線であって、消火距離は0.83 mmとなっている。しかるにこの点火栓は実際の内燃機関の仕様に応じて0.5~0.8 mmで使用することができるのである。従ってオ10図に示す1気圧非圧縮混合気について得られた点火燃焼空燃比—電極間隔曲線は実際の内燃機関では十分な安定点火領域内にあるので、この曲線を動作基準曲線とみなすことは合理的である。

オ10図において曲線Uと直線  $X_1$ （最良空燃比レベル）との交点に対応する電極間隔は  $L=0.62\text{ mm}$  である。また、曲線Uと直線  $X_2$ （イン

万Km）に關する実験において気化燃料アイドルスクリーン調整のみで空燃比を十分大きくすることによってアイドリング時CO排出濃度が0.1%、HC排出濃度250 ppmの状態を実現することができた。この条件下での通常走行における運転性能および燃費性能には何の不都合も生じていない。

少なくともロータリーエンジンでは空燃比が最良比に近ければ特別に稀薄混合気を用いなくとも燃費条件は大幅に改善される。

一方、内燃機関の通常の点火電極を用いるときは点火栓の電極間隔  $L$  は0.8 mm以下であることが望ましい。電極間隔  $L$  が  $L=0.8\text{ mm}$  のとき、上述の点火栓動作基準曲線が最良空燃比直線  $X_1$  と交わるような点火栓の電極直径は1.7 mmとなることが、実験および計算から求められた。もちろんこの電極は電極支持部材23、24からそれぞれ0.25 mm以上突起したものについてである。すなわち、高圧電極22および接地電極21が共に、1.7 mm以下の直径であると同時にその電極支持部材23、24から0.25 mm以上突起している点火栓を用いるならば、

通常の点火電圧を用いて空燃比 以上の混合気混合状態で燃焼を遂行せしめることができる。従ってこの発明において燃焼室とは直径が 1.7 mm 以下のものとし、太電極とは直径が 1.7 mm より大なるものとする限界を設定することができる。

点火限界空燃比を大ならしめるためには、点火時の高圧電極および接地電極を共に突起せしめると同時に電極間隔を長くすることが有効であるが、一方、さらに電極間隔を長くすることも有効である。点火パルスの尖頭値を一定のまま、放電限界間隔を大ならしめるために 3 電極点火栓を用いることができる。すなわち、同一の点火パルスを用いるとき 3 電極点火栓の放電限界主電極間隔は 2 電極点火栓の放電限界間隔の 1.75 倍に拡大される。このような 3 電極点火栓の火だね成長のための有効空間長を大ならしめるべく、高圧電極 32、トリガ電極 33 および接地電極 31 をすべて圓電極とし、かつこれらすべての電極をそれぞれの電極支持部材 34、35、36 から突起させたオ 9 図 (a)、(b) に示すような 3 電極点火栓 300 を用いるならば、2

電極点火栓 200 について上述したのと対照的に燃焼距離の減少、点火限界空燃比の増大が認められた。

従来、稀薄混合気に点火するために実行されている努力の一つは放電エネルギーを増大させることである。しかし、放電エネルギーを増大させてもそのエネルギーから生ずる火だねの熱力学的量の大部分を電極熱損失として消費せしめている。点火構造を改善せぬ限り大きな効果は望めない。それのみか放電エネルギーを限界以上に大ならしめるとき、火だね周囲の液体燃焼は乱流となり、その燃伝導度、粘性、および拡散係数は格段に増大し火だねの熱力学的量の電極熱損失は格段に増大するので、却って点火条件は低減せしめられる。さらに、放電エネルギーの増大は電極面の電蝕を加速して点火栓寿命を短くする。

また、従来の可燃性混合気の電気火花点火に關する理論的考察には火だねの液体力学的アプローチが殆んどなされていない。例えば、点火限界電極間隔は放電エネルギーと電極面への直線的な熱

伝導損失および燃焼活性物質の電極面への拡散速度等によって決まるという推論の域を出ていない。この発明は火だねの成長過程を単なるエネルギー収支に限定せず、火だね流体の熱力学的量すなわちエンタルピー（熱エネルギーと仕事の和）および圧力、密度の空間分布にもとづく液体力学的現象を理論的実験的に考察することによって点火条件（点火下限界電極間隔および点火限界空燃比）を大幅に拡大する点火栓構造を見出したものである。

また、従来の細電極点火栓は放電電圧の効果のみを考え陰極（高圧電極）のみを圓電極とするにとどまっている。この発明は火だねおよびその成長には電気的導性がなく、熱力学的および液体力学的過程が支配的な影響を及ぼすことに着目し、すべての電極を圓電極としさらにそれを電極支持部材から突起せしめることにより結晶の特性改善を実現したものである。

この発明による点火栓の既存の内燃機関への適用はきわめて簡単であり、いわゆるレップロシ、

ロータリ型、あるいは気化燃料気式、燃料噴射式等の各種のものに適用できる。

特に燃焼室が扁平でかつ移動するロータリエンジンでは混合気の濃淡の分布ができる。相対的に濃い領域の混合気が従来の電気火花で点火されるために、相対的に濃い領域の混合気の絶対濃度は極めて高くなるのでロータリエンジンの燃焼室の全体の平均の空燃比は非常に小さいものとなり、H<sub>2</sub>O および CO の排出が大で燃料消費率が高くなる。このようなロータリエンジンあるいは種々の方法で人為的に混合気の濃淡を生ぜしめる成層燃料エンジンにおいて、一つの燃焼室に 2 個以上の点火栓を設ける必要のある場合でもこの発明の点火栓を使用することが容易であり、濃い混合気領域の点火燃焼を効率よく実現することができるので、H<sub>2</sub>O および CO の排出減少と燃料消費率の低減をはかることができる。

ガソリン等液体燃料を使用する内燃機関の温度が低い始動時には、燃料の蒸発化率が低く、また電極温度が低く点火しにくい場合があるが、この

発明による点火栓は点火限界空燃比が大きいので、始動点火も容易となる。

以上詳細に説明したように、この発明は対向するすべての電極を短電極にして、かつそれぞれの電極支持部材から突出せしめた2電極もしくは3電極点火栓を内燃機関に用い、さらに量論混合比よりも高い混合気を形成させる燃料供給装置を具備するだけでHC、COおよびNO<sub>x</sub>の排出量の少ないいわゆる低公害エンジンを実現できる。従って内燃機関の構造および作動が簡単であるから、排ガス特性と運転性能および燃費性能とを調和させる技術およびそのような条件を満足する内燃機関の量産技術および品質管理技術の確立が容易である。また、使用過程中的エンジンの低公害化も容易である。

かように点火のメカニズムを追究した結果にもとづくこの発明の点火栓を内燃機関へ適用するならば、現今急遽な解決が要求されている排気ガス問題を低コストで解決することができ、その技術的、社会的意義はきわめて大きいものである。

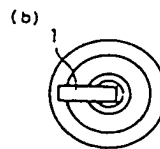
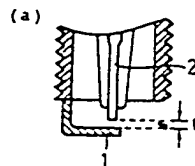
#### 4 図面の簡単な説明

オ1図(a)、(b)は従来の短電極点火栓の一例を示す要部のみの縦断面図および底面図、オ2図(a)~(c)は他の従来の例を示すもので、オ2図(a)、(c)は同じく要部のみを示すそれぞれの縦断面図、オ2図(b)はオ2図(a)の底面図、オ3図(a)~(c)はこの発明の2電極点火栓の一実施例を示すもので、オ3図(a)はその縦断面図、オ3図(b)はオ3図(a)の要部縦断面図、オ3図(c)は同じく底面図、オ4図(a)、(b)~オ8図(a)、(b)はこの発明の他の実施例を示すもので、各(a)図は要部の縦断面図、各(b)図は各(a)図の底面図、オ9図(a)、(b)はこの発明の3電極点火栓の一実施例を示すもので、オ9図(a)はその縦断面図、オ9図(b)はその底面図、オ10図、オ11図はこの発明の点火栓と従来の例との対比を示す点火限界空燃比領域の電極間距離依存性をそれぞれ示す特性図、オ12図はこの発明の点火栓による点火限界空燃比の電極支持部材からの電極突出高依存性を示す特性図である。

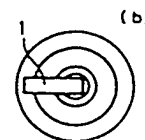
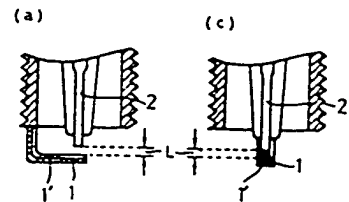
図中、21は接地電極、22は高圧電極、23、24は電極支持部材、25は外筒、26は中軸、27は高圧電極端子、28はガスケット、29はねじ、200は2電極点火栓、31は接地電極、32は高圧電極、33はトリガ電極、300は3電極点火栓である。

代理人 小林 将 高

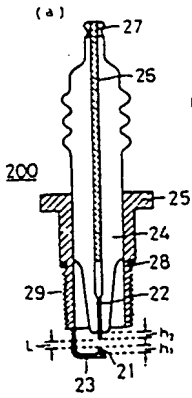
第 1 図



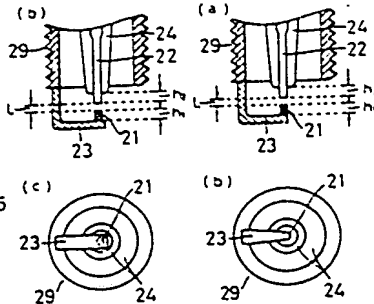
第 2 図



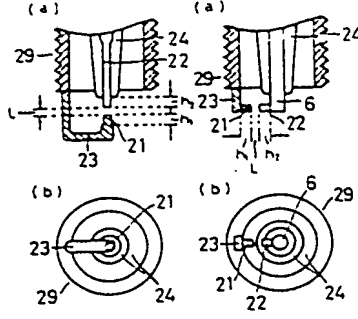
第3図



第4図

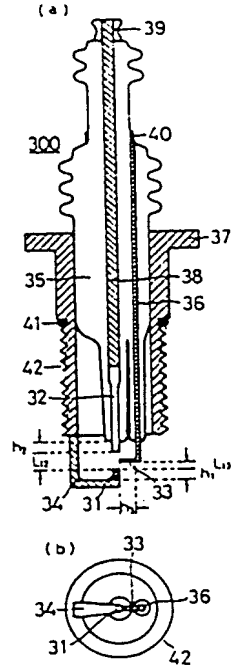


第6図

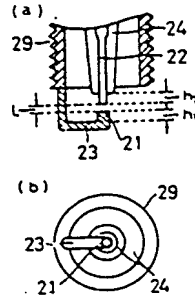


第7図

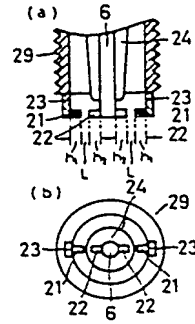
第9図



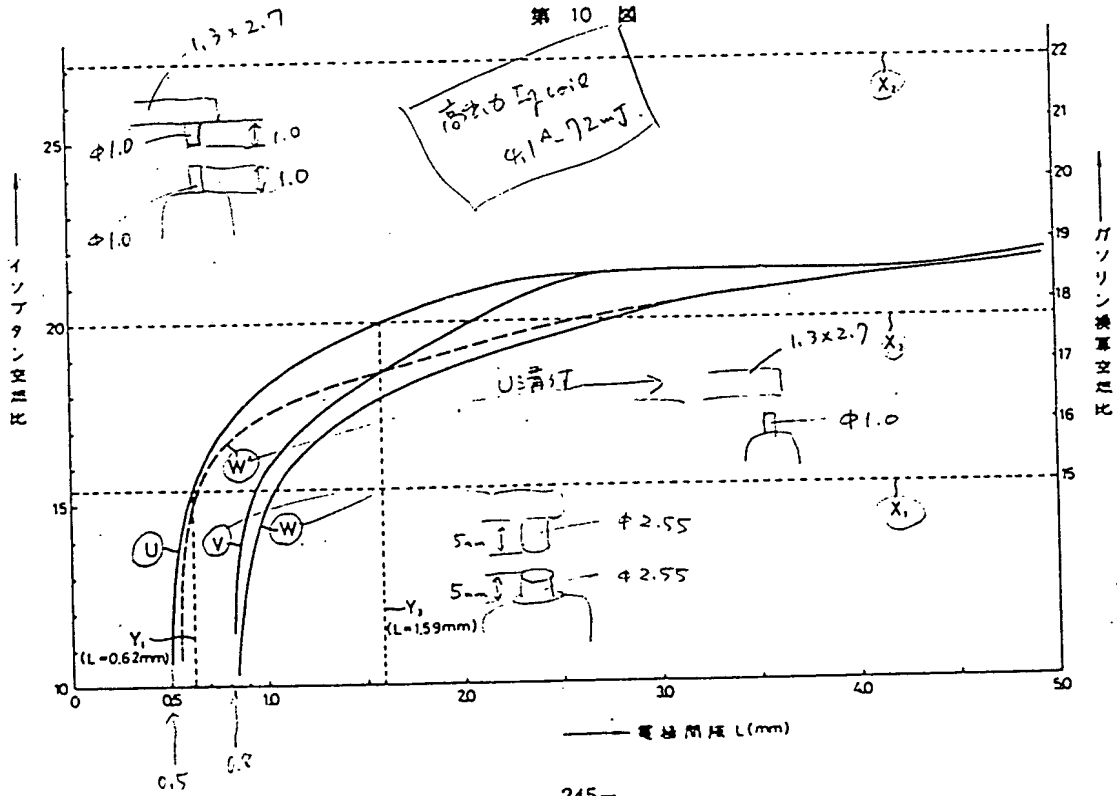
第5図



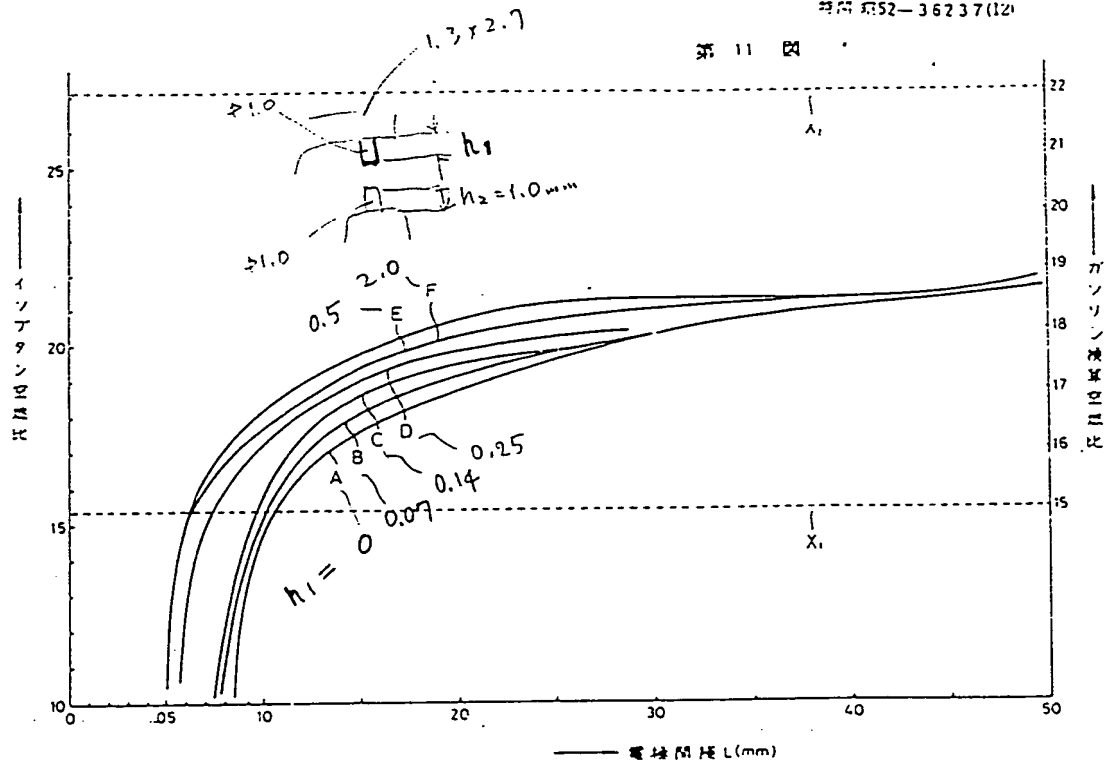
第8図



第10図



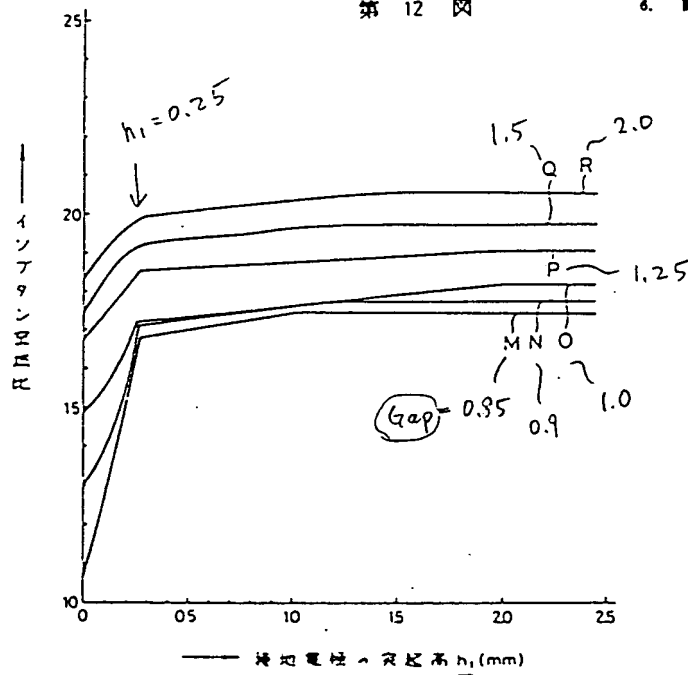
第 11 図



第 12 図

6. 前記以外の発明者

兵庫県尼崎市東園田町 6 丁目 116 番地の 4  
青田 眞 純



## 手続補正書 (自発)

昭和 51 年 12 月 15 日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 特開昭 50-110873 号

2. 発明の名称 自動車内燃機関用電気火花点火栓

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

大阪府大阪市淀川区三津屋中 2 丁目 5 番 4 号

新コスモス電機株式会社

代表者 笠原 理一郎

4. 代理人 〒101

東京都千代田区神田神保町 1 丁目 15 番 木下第 2 ビル 4 階  
品田・小林特許事務所 電話 (291-9771 番)

(7171) 弁護士 小林 得 義

図の実現を容易にせんとするものである。すなわち、この発明の点火栓を用い、フイディング、エンジンブローヤ、定速、加速および減速を含む運転モードにおいて、混合気の空気過剰率がドターミを満たす混合気を形成させる混合気供給装置を具備せしめることによつて、HC、CO および NOx の排出量の少ない、いわゆる希薄混合気燃焼型の自動車用低公害内燃機関を容易に実現することができる。」

(5) 同じく第 2 頁 19 行～第 2 頁 21 行の「火だね成長の………をあらわしている。」の箇所を下記のように補正する。

「火だね成長の有効空間長 $l_{eff}$ がゼロ以上で電圧間隔 $\delta$ が大きくなるに従つて、火花放電時に形成される初期火花後の体積が増大する。その結果、火花域内での単位時間あたりの燃焼発熱密度が増大して火花域からの単位時間あたりの放熱密度を減衰し易くなるため初期火花後、つまり火だねは成長し易くなる。すなわち、より希薄な燃料濃度でも着火が実現可能となる。従つて第 10 図が

5. 補正の概要

明細書の「発明の名称」欄、明細書の特許請求の範囲の欄、発明の要旨欄の欄および図面

6. 補正の内容

(1) 明細書の第 1 頁 3 行の発明の名称を「自動車用低公害内燃機関用電気火花点火栓」と補正する。

(2) 同じく特許請求の範囲を別紙のように補正する。

(3) 同じく第 1 頁 17～20 行の「この発明は、………するものである。」の箇所を下記のように補正する。

「この発明は、自動車用低公害内燃機関の電気火花点火栓に関するものであり、電気火花点火栓を改良して電気火花放電による可燃性混合気の点火条件を拡大することによつて積欠特性の優れた自動車用低公害内燃機関を容易に実現することを目的とするものである。」

(4) 同じく第 5 頁 4～5 行の「のであり、………である。」の箇所を下記のように補正する。  
「のであり、これによつて自動車用低公害内燃

機によつて電圧間隔の増大に伴つて、点火限界空燃比は次第に増大する。」

(6) 同じく第 2 頁 17～20 行の「(曲) 混合気が………に対し、混合気」の箇所を「(曲) 混合気」と訂正する。

(7) 同じく第 3 頁 7～8 行の「より薄い………の排出量の」の箇所を下記のように補正する。  
「よりも薄い混合気を形成させる混合気供給装置を具備することによつて HC、CO および NOx の排出量の」

(8) 第 11 図を別紙のように補正する。

以 上

## 2. 特許請求の範囲

(1) 高圧電極と接地電極をもち電極点火栓において、前記高圧電極および接地電極を共にそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極および接地電極を共に副電極としたことを特徴とする自動車内燃機関用電極火花点火栓。

(2) 高圧電極、トリガ電極および接地電極をもち電極点火栓において、高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべてそれぞれの電極支持部材から突起させ、かつ前記高圧電極、トリガ電極および接地電極をすべて副電極としたことを特徴とする自動車内燃機関用電極火花点火栓。

第 11 図

